

**PENGARUH PROSES *ARTIFICIAL AGING* 150°C TERHADAP
HASIL PENGUJIAN KEKERASAN DARI PENGECORAN
ULANG ALUMINIUM**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

BAGAS ARDITYA

D200150193

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PROSES *ARTIFICIAL AGING* 150°C
TERHADAP HASIL PENGUJIAN KEKERASAN DARI
PENGECORAN ULANG ALUMINIUM**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

BAGAS ARDITYA

D200150193

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Masyrukan, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PROSES *ARTIFICIAL AGING* 150°C TERHADAP HASIL PENGUJIAN KEKERASAN DARI PENGECORAN ULANG ALUMINIUM

Oleh:

BAGAS ARDITYA

D200150193

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 14 Oktober 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Ir. Masyrukan, M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Agus Yulianto, S.T., M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Agus Hariyanto, M.T.**
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan Fakultas Teknik,




Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Oktober 2020

Penulis



Bagas Arditya
D200150193

PENGARUH PROSES *ARTIFICIAL AGING* 150°C TERHADAP HASIL PENGUJIAN KEKERASAN DARI PENGECORAN ULANG ALUMINIUM

Abstrak

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Proses pembentukan aluminium dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan metode pengecoran (casting). Proses pengecoran adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan dan dibiarkan membeku. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan hasil coran, struktur morfologi material dilakukan uji Scanning Electron Microscope (SEM), lalu Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX) digunakan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam sampel. Dari hasil pengujian SEM dapat dilihat struktur morfologi unsur yang paling dominan adalah Al dan Si. Pada hasil uji SEM benda cor aging 150°C terlihat bentuk butiran lebih kecil dibandingkan benda cor raw material. Dari sini dapat disimpulkan menurut dari nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan suatu benda maka bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras dan dari hasil pengujian senyawa kimia (EDX) benda cor bentonit 7% terdapat 6 unsur yaitu Al (70,11%), C (8,95%), Si (18,96), Fe (0,32%), Cu (0,51%), Mg (1,15%) dan Aging 150°C terdapat 7 unsur yaitu Al (76,49%), C (10,94%), Si (6,99%), Fe (0,49), Ni (0,35), Cu (4,22%), Zn (0,51%). Dari ke 8 unsur yang paling tinggi persentasenya adalah Al (Aluminium) yaitu pada Aging 150°C sebesar 76,49% sedangkan pada bentonit 7% sebesar 70,11%. Hasil dari pengujian kekerasan Rockwell yaitu pada benda cor bentonit 7% nilai kekerasan rata rata pada permukaan sebesar 61,1 HRB sedangkan pada benda cor Aging 150°C didapat nilai kekerasan 69,11 HRB dapat disimpulkan bahwa Artificial Aging dapat meningkatkan kekerasan benda cor.

Kata Kunci : aluminium, senyawa kimia, pengecoran, Rockwell, SEM, EDX.

Abstract

Aluminum is a lightweight metal that has good corrosion resistance and electrical conductivity. The process of forming aluminum can be done in various ways, one of which is by using the casting method. The casting process is the process of making an object by melting the metal and pouring it into the mold cavity and allowed to freeze. This study aims to determine the hardness of the castings, the morphological structure of the material, a Scanning Electron Microscope (SEM) test is carried out, then Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX) is used to determine the elements contained in the sample. From the SEM test results, it can be seen that the morphological structures of the most dominant elements are Al and Si. In the SEM test results, 150°C cast aging objects show that the grain shape is smaller than raw material cast objects. From this it can be concluded according to the hardness value that the higher the hardness value of an object, the smaller the grain shape and the harder the material is and from the results of testing chemical compounds (EDX), 7% bentonite cast objects have 6 elements, namely

Al (70.11%) , C (8.95%), Si (18.96), Fe (0.32%), Cu (0.51%), Mg (1.15%) and Aging 150°C there are 7 elements, namely Al (76, 49%), C (10.94%), Si (6.99%), Fe (0.49), Ni (0.35), Cu (4.22%), Zn (0.51%). Of the 8 elements with the highest percentage is Al (Aluminum), which is at Aging 150 ° C at 76.49% while 7% bentonite is 70.11%.

The results of the Rockwell hardness test were 7% bentonite hardness, the average hardness value on the surface was 61.1 HRB, while the Aging 150 ° C hardness value was 69.11 HRB, it can be concluded that Artificial Aging can increase the hardness of cast objects.

Keywords: aluminum, chemical compounds, casting, Rockwell, SEM, EDX

1. PENDAHULUAN

Proses pengecoran logam (casting) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Sebagai suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan, pengecoran digunakan untuk menghasilkan bentuk asli produk jadi. (Surdia, 2000).

Sofian Wijayanto, dkk (2019) melakukan penelitian tentang perbandingan kualitas hasil pengecoran dengan variasi komposisi bentonit 0%, 8%, dan 16% pada cetakan pasir blok silinder mesin pemotong rumput. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari variasi komposisi bentonit 8% sebesar 84,26 VHN dan nilai kekerasan terendah diperoleh dari variasi komposisi bentonit 0% sebesar 68,02 VHN. Struktur mikro terbaik ditunjukkan oleh variasi komposisi bentonit 8% dibuktikan dengan pembuktian unsur Al dan Si yang merata dan lebih rapat letak antara butirnya.

Suherman, Dkk (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh Solution Treatment dan aging (T6) terhadap eutectic silicon dan kekerasan Aluminium paduan Al-Si-Cu sebelum dan sesudah Solution Treatment (T6). Proses perlakuan panas solution treatment diterapkan dengan pada temperatur 520° C dengan waktu tahan selama 2 jam dan selanjutnya dilakukan proses Age Hardening dengan temperature 200° C dengan holding time masing-masing 2,3 dan 4 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan waktu tahan (holding

time) pada proses heat treatment meningkatkan nilai kekerasan serta merubah struktur particle eutectic silicon.

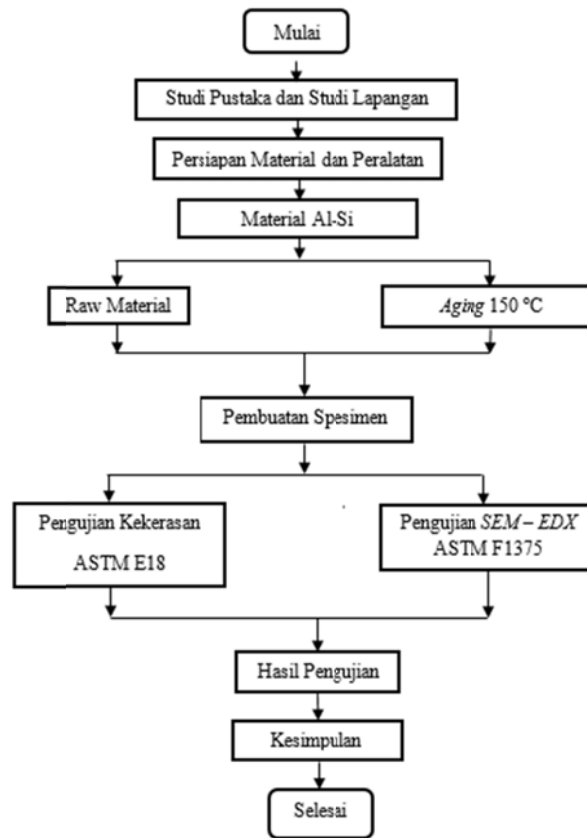
Aprillia (2019) melakukan penelitian tentang Diopside telah berhasil disintesis dengan menggunakan teknik reaksi padatan, yang kemudian disintering pada suhu 900°C, 1000°C, 1100°C, dan 1200°C. Dari hasil analisis *XRD* menunjukkan adanya fase *diopside* pada semua suhu sintering Sebagai fase utama dengan intensitas tertinggi pada 2θ sebesar 29,9°. Spektrum *FTIR* pada semua sampel memperlihatkan adanya ikatan O-Ca-O, O-Mg-O, O-Si-O dan Si-O yang mengindikasikan terbentuknya diopside. Morfologi SEM menunjukkan permukaan sampel berbentuk gumpalan yang tidak teratur, dan ukuran partikel diopside semakin mengecil dengan meningkatnya suhu sintering. Sedangkan hasil *EDX* menunjukkan unsur yang terdapat pada sampel yaitu Ca, Mg, Si, dan O.

Dalam penelitian ini digunakan material aluminium bekas. Agar hasil pengecoran lebih baik, maka perlu dilakukan *treatment* (perlakuan) untuk memperbaiki sifat aluminium supaya hasil pengecoran lebih ulet dan keras dengan cara *artificial aging* (penuaan buatan). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan hasil coran, struktur morfologi material dilakukan uji *Scanning Electron Microscope (SEM)*, lalu *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)* digunakan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam sampel. Karakterisasi tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil dari pengaruh *artificial aging* pada hasil pengecoran aluminium.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 berikut disajikan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Aluminium hasil pengecoran (Saiful Anwar , 2019)

2.2.2. Peralatan Penelitian

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Ragum
2. Jangka Sorong
3. Gergaji Besi
4. Amplas
5. Autosol
6. Furnace Chamber
7. Alat Uji Kekerasan Rockwel

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Pengujian Kekerasan Rockwell

1. Menyiapkan spesimen yang akan diuji (spesimen diampelas supaya bekas pijakan dapat terlihat jelas), kondisikan rata dan tegak lurus pada bend uji.
2. Nyalakan mesin uji kekerasan *Rockwell*
3. Menentukan indenter pada alat pengujian, untuk paduan aluminium digunakan skala HRB dengan indenter bola baja 1/16” dan beban 100kgf.
4. Menempatkan spesimen pada stage
5. Pilih titik yang akan diuji dan arahkan indenter dengan spesimen.
6. Tekan tombol start dan tunggu hingga indikator menunjukkan hasil pengujian
7. Mencatat hasilnya

2.3.2. Pengujian Scanning Electron Microscopy *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX)*

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji.
2. Melakukan pemotongan pada spesimen dengan ukuran tebal 2 mm, panjang 0,8 cm dan lebar 0,8 cm
3. Melakukan pengamplasan bertahap,amplas yang digunakan mulai dari nomor 80, 240, 1000, 2000 sampai 5000.
4. Melakukan pemolesan pada spesimen uji menggunakan kain yang telah diberi autosol.
5. Mengamati bentuk permukaan, struktur mikro dan komposisi kimia menggunakan alat karakterisasi *SEM – EDX* yaitu JEOL JSM-6510LA.

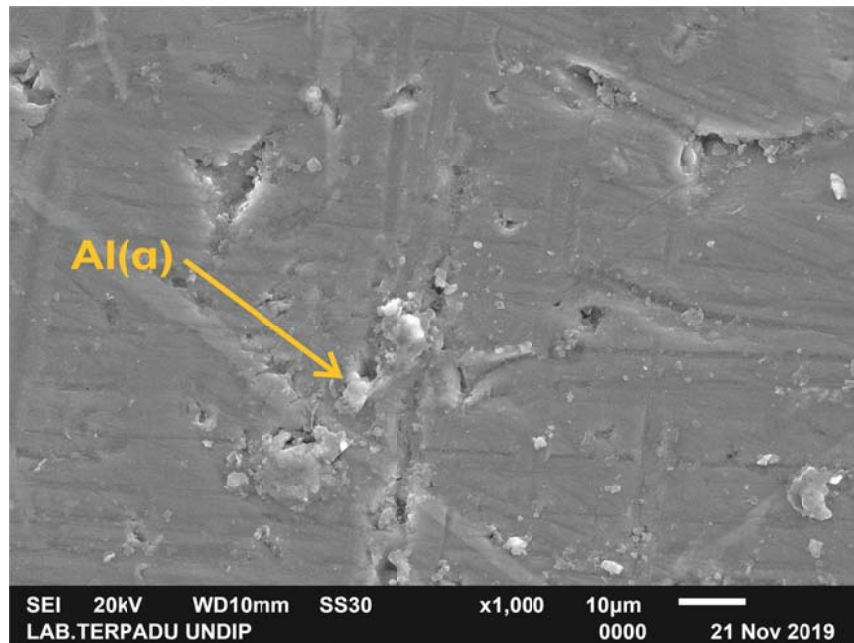
3. HASIL PENGUJIAN

3.1. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

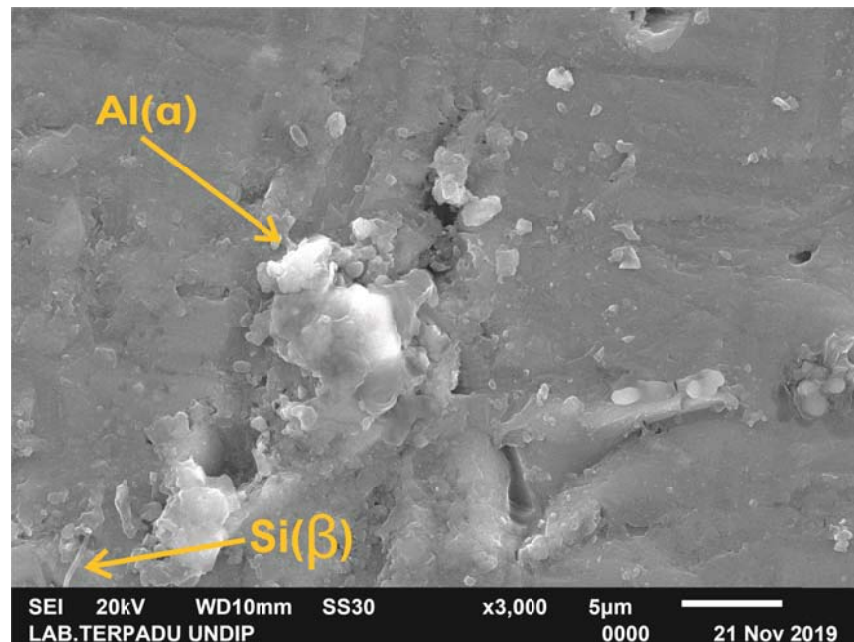
Pengujian SEM bertujuan untuk mengetahui sruktur morfologi atau struktur micro yang terkandung pada spesimen.Pada pengujian SEM ini menggunakan alat merk JEOL tipe JSM-6510LA yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Undip.

Spesimen pada pengujian SEM difoto dengan perbesaran 1.000x, 3000x, 5000x, 10000

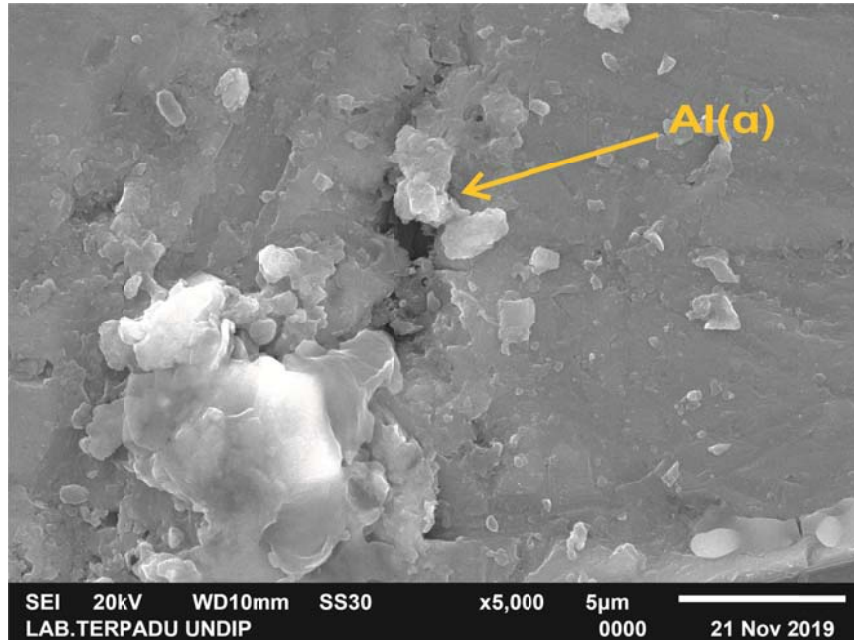
3.1.1. Benda Cor *Raw Material*



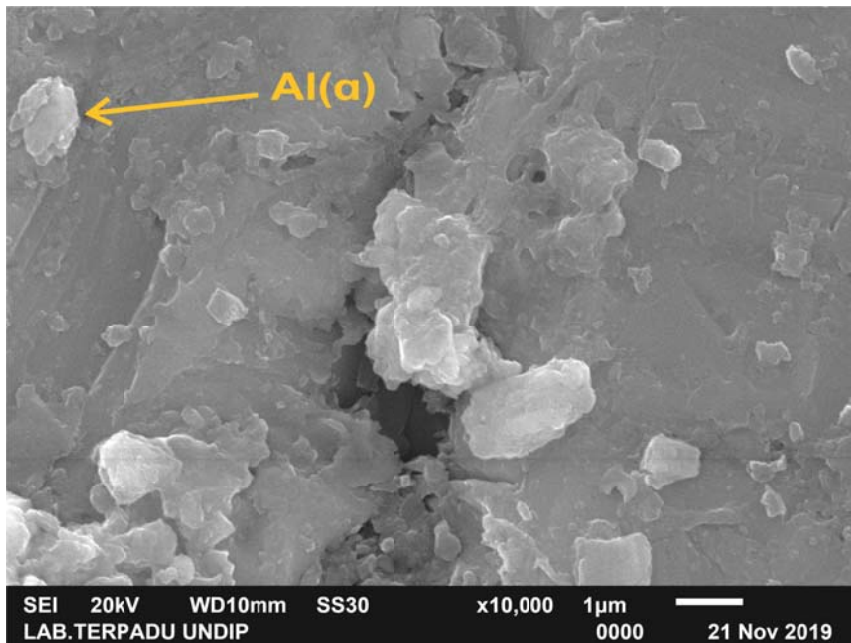
Gambar 2. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda Cor
Raw Material Perbesaran 1000X



Gambar 3. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda
Cor *Raw Material* Perbesaran 3000X



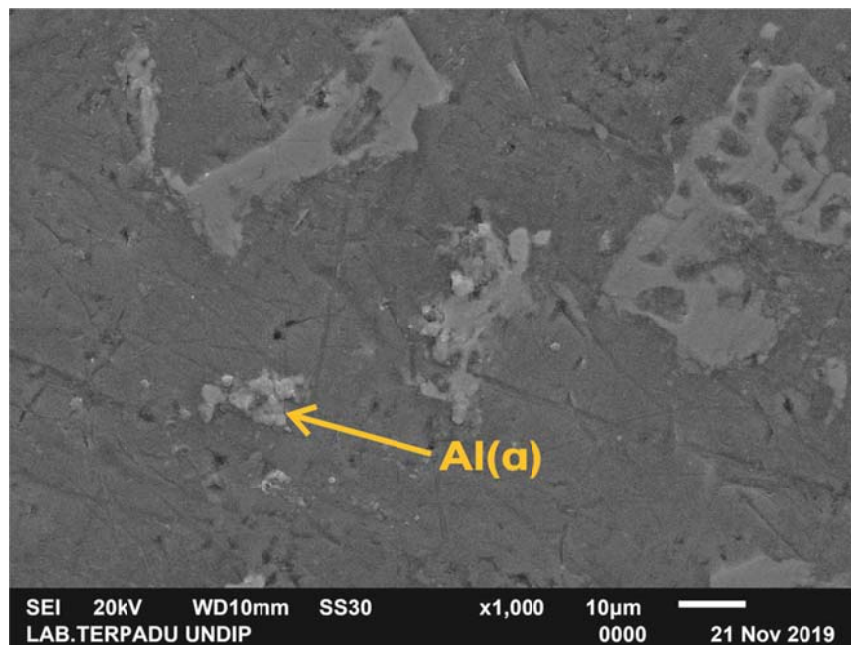
Gambar 4. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda Cor
Raw Material Perbesaran 5000X



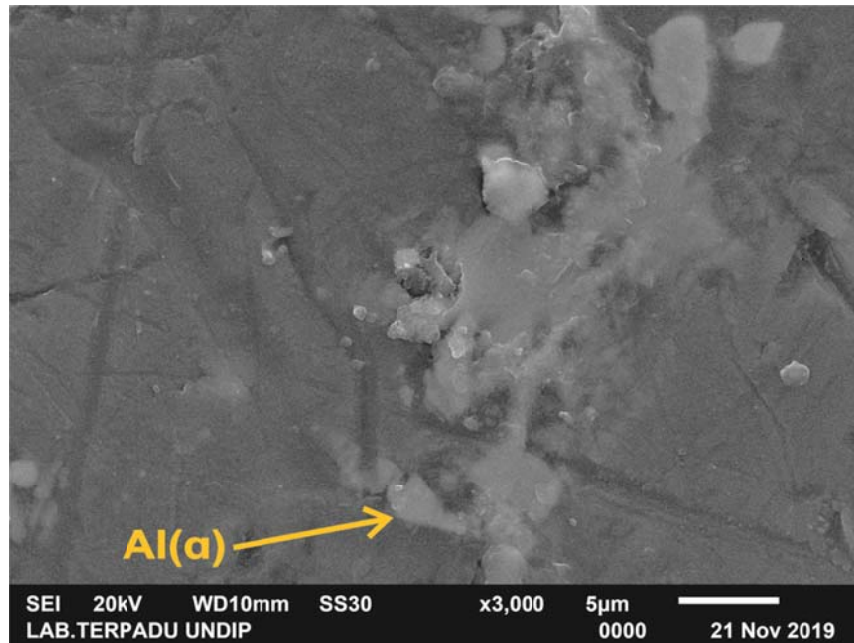
Gambar 5. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda Cor
pada *Raw Material* Perbesaran 10000X

Pada gambar 3. terlihat bahwa aluminium dengan *Raw Material* membentuk gumpalan acak dan tidak teratur. Bentuk partikel bervariasi dengan ukuran kurang dari 10 μm pada perbesaran 1000X, sedangkan ukuran partikel kurang dari 5 μm terdapat pada perbesaran 3000X dan 5000X serta ukuran partikel kurang dari 1 μm terdapat pada perbesaran 1000X. Dari hasil penembakan *SEM* daerah berbentuk bongkahan keabu-abuan merupakan komponen padat yang banyak mengandung unsur aluminium (Al), sedangkan daerah gelap adalah unsur paduan lainnya. Pada perbesaran 3000X terlihat unsur silikon (Si) ditandai dengan bentuk jarum atau pelat yang berukuran kurang dari 5 μm .

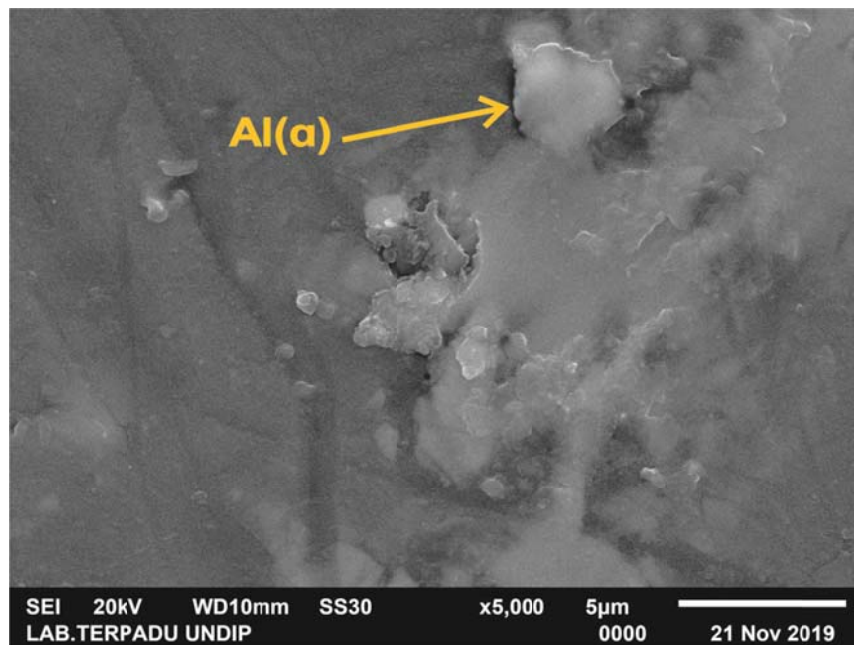
3.1.2. Benda Cor *Aging* 150°C



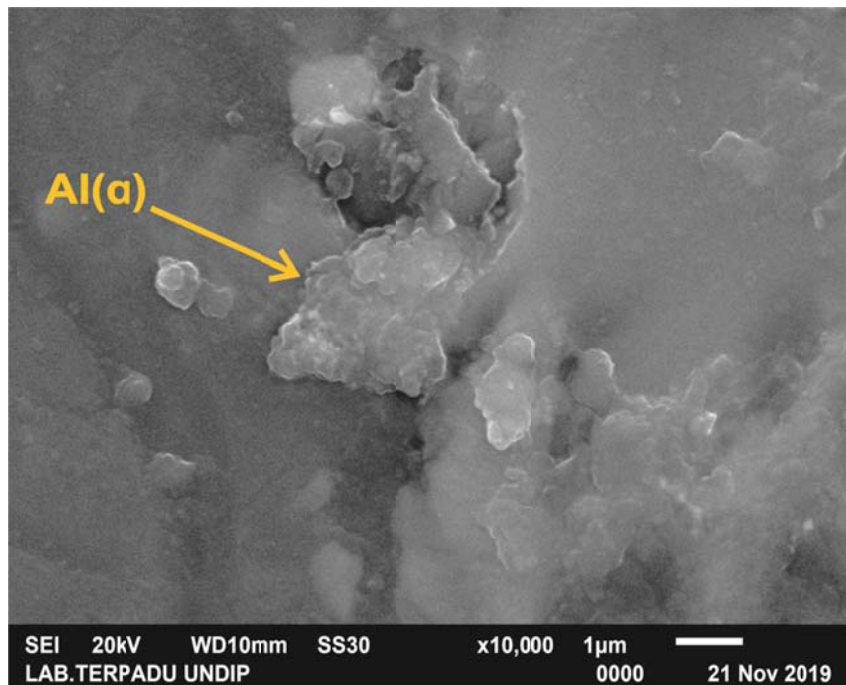
Gambar 6. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda Cor pada *Aging* 150°C Perbesaran 1000X



Gambar 7. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda
Cor pada *Aging* 150°C Perbesaran 3000X



Gambar 8. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda
Cor pada *Aging* 150°C Perbesaran 5000X



Gambar 9. Struktur Morfologi dan Identifikasi Elemen Benda
Cor pada Aging 150°C Perbesaran 10000X

Pada gambar 8. terlihat bahwa aluminium dengan Aging 150°C membentuk gumpalan acak dan tidak teratur. Bentuk partikel bervariasi dengan ukuran kurang dari 10 μm pada perbesaran 1000X, sedangkan ukuran partikel kurang dari 5 μm terdapat pada perbesaran 3000X dan 5000X serta ukuran partikel kurang dari 1 μm terdapat pada perbesaran 10000X. Dari hasil penembakan *SEM* daerah berbentuk bongkahan keabu-abuan merupakan komponen padat yang banyak mengandung unsur aluminium (Al), sedangkan daerah gelap adalah unsur paduan lainnya. Pada perbesaran 1000X terlihat unsur silikon (Si) ditandai dengan bentuk jarum atau pelat yang berukuran kurang dari 10 μm .

3.2 Pengujian Komposisi Kimia

Pada penelitian ini pengujian senyawa kimia menggunakan teknik *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* Merk JOEL tipe JSM-6510LA yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang.

3.2.1. Benda Cor Raw Material

Tabel 1. Komposisi Kimia Benda Cor *Raw Material*

Nama Sampel Uji	Komponen	Nilai Hasil Analisis (%)
<i>Raw Material</i>	C	8,95
	Al	70,11
	Si	18,96
	Fe	0,32
	Cu	0,51
	Mg	1,15

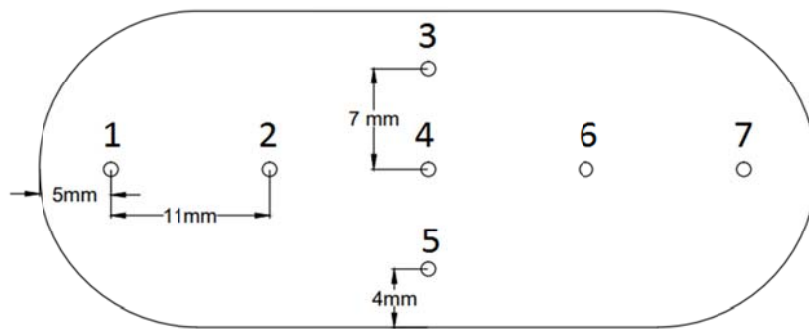
3.2.2. Benda Cor *Aging* 150°C

Tabel 2. Komposisi Kimia Benda Cor *Aging* 150°C

Nama Sampel Uji	Komponen	Nilai Hasil Analisis (%)
<i>Aging 150 °C</i>	C	10,94
	Al	76,49
	Si	6,99
	Fe	0,49
	Cu	4,22
	Ni	0,35
	Zn	0,51

3.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan telah dilakukan oleh Saiful Anwar (2019). Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan jenis *rockwell* di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan beban 100 kgf dengan indentor bola baja 1/16 inchi dan dilakukan pada 7 titik dengan posisi seperti di gambar 4.5



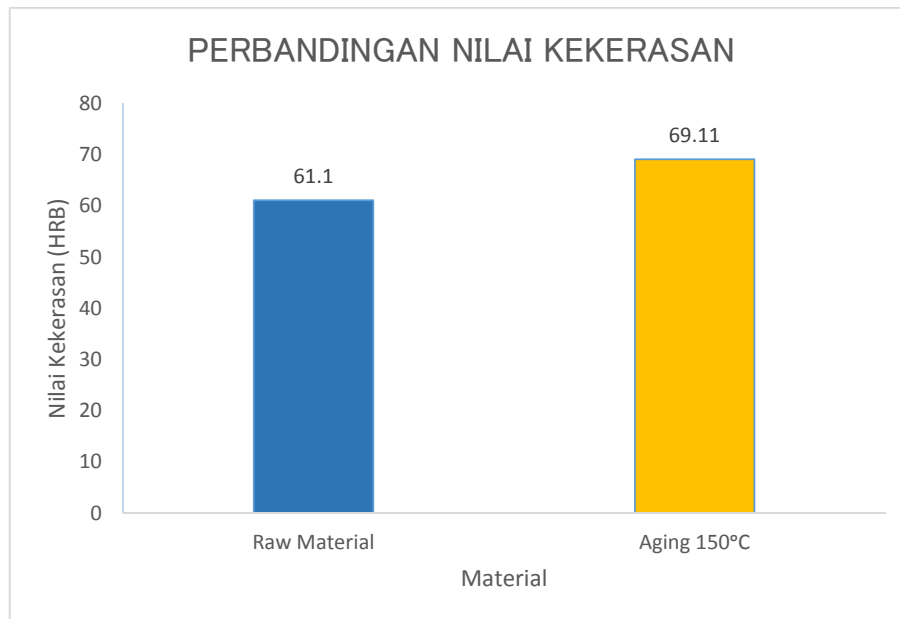
Gambar 10. Posisi titik uji kekerasan pada spesimen

Tabel 3. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen Raw Material

Titik	Variasi Spesimen	Indentor Bola Baja (Inchi)	Beban (kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-rata (HRB)
1	Raw Material	1/16	100	62,6	61,1
2		1/16	100	61,5	
3		1/16	100	61,2	
4		1/16	100	60,2	
5		1/16	100	60,4	
6		1/16	100	61,6	
7		1/16	100	60,2	

Tabel 4. Hasil uji kekerasan *Rockwell* pada spesimen *aging* 150°C

Titik	Variasi Spesimen	Indikator Bola Baja (Inchi)	Beban(Kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-Rata (HRB)
1	Aging 150°C	1/16	100	68,5	69,11
2		1/16	100	70,9	
3		1/16	100	70,2	
4		1/16	100	67,5	
5		1/16	100	71,2	
6		1/16	100	68,8	
7		1/16	100	66,7	



Gambar 11. Histogram hasil uji kekerasan *Rockwell*(HRB)

Dari hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada spesimen raw material didapatkan nilai kekerasan dengan rata-rata 61,1 HRB. Pada spesimen dengan aging 150°C memiliki nilai kekerasan dengan rata-rata sebesar 69,11 HRB. Nilai kekerasan naik karena pengaruh dari *artificial aging* 150°C.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia (*EDX*) benda cor *Raw Material* terdapat 6 unsur yaitu Al (70,11%), C (8,95%), Si (18,96), Fe (0,32%), Cu (0,51%), Mg (1,15%) dan *Aging* 150°C terdapat 7 unsur yaitu Al (76,49%), C (10,94%), Si (6,99%), Fe (0,49), Ni (0,35), Cu (4,22%), Zn (0,51%). Dari ke 8 unsur yang paling tinggi persentasenya adalah Al (Aluminium) yaitu pada *Aging* 150°C sebesar 76,49% sedangkan pada *Raw Material* sebesar 70,11%.
2. Dari hasil pengujian *SEM* dapat dilihat struktur morfologi unsur yang paling dominan adalah Al dan Si. Unsur Al (Aluminium) berupa gumpalan besar yang berwarna putih ke abu-abuan sedangkan Si (Silikon) berupa garis memanjang seperti jarum. Pada hasil uji *SEM* benda cor *aging* 150°C terlihat bentuk butiran lebih kecil dibandingkan benda cor *Raw Material*. Dari sini dapat disimpulkan menurut dari nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan suatu benda maka bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras, hal ini terbukti pada nilai kekerasan produk dengan *aging* 150°C.
3. Setelah dilakukannya pengujian kekerasan Rockwell pada benda cor menunjukkan adanya kenaikan nilai kekerasan antara benda cor *Raw Material* dengan *Aging* 150°C, dimana pada benda cor *Raw Material* nilai kekerasan rata-rata pada permukaan sebesar 61,1 HRB sedangkan pada benda cor *Aging* 150°C didapat nilai kekerasan 69,11 HRB, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Artificial Aging* dapat meningkatkan kekerasan benda cor.

4.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

1. Melakukan pembelajaran mendetail mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam dan *Artificial Aging* sebagai referensi pendukung.

2. Untuk mendapatkan hasil yang baik sebaiknya carilah tempat pengujian yang sudah terpercaya (kualitas pengujiannya).
3. Pada saat penelitian dilakukan kerjasama antar rekan sangat penting dalam dokumentasi, pembuatan spesimen, pengujian ataupun yang lainnya supaya mendapatkan data yang lebih akurat.
4. Selalu awali dengan doa setiap melakukan sesuatu dan dasari niat yang ikhlas serta imbangi semangat yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2010. *Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Universitas Diponegoro : Semarang
- Anwar, S. 2019. *Pengaruh Variasi Suhu Artificial Aging (150°C, 175°C, dan 200°C) Terhadap Hasil Coran Aluminium (Al) Menggunakan Cetakan Pasir Hitam Dengan Bentonit 7%*. Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta
- Gunawan, S. 2016. *Efek Perlakuan Panas Aging Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Impak Paduan Aluminium AA 514.00*. Jurusan Teknik Mesin STTNas : Yogyakarta
- Haque, M. M. dan Ismail, A. F. 2005. *Effect of superheating temperatures on microstructure and properties of strontium modified aluminium-silicon eutectic alloy*. International Islamic University Malaysia : Malaysia
- Majanasastra, B, S. 2015. *Pengaruh Variable Waktu (Aging Heat Treatment) Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Dan Struktur Mikro Kepala Piston Sepeda Motor Honda Vario*. Universitas Islam 45 Bekasi : Bekasi
- Suherman, dkk, 2016. *Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor*. Universitas Asahan : Medan
- Surdia, T dan Saito, S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Paradnya Paramitha : Jakarta

- Witari, A. 2019. *Sintesis Dan Karakterisasi Diopside Dengan Menggunakan Teknik Reaksi Padatan*. Universitas Lampung : Bandar Lampung
- Wijayanto, S dan Sunyoto. 2019. *Variasi Komposisi Bentonit Pada Cetakan Pasir Blok Silinder Mesin Pemotong Rumput*. Universitas Negeri Semarang : Semarang